第 38 卷第 10 期
2018 年 5 月
生 态 学 报
ACTA ECOLOGICA SINICA
Vol.38,No.10
May,2018

DOI: 10.5846/stxb201704110624
霍思高,黄璐,严力蛟.基于 SolVES 模型的生态系统文化服务价值评估——以浙江省武义县南部生态公园为例.生态学报,2018,38(10):3682-3691.
Huo S G,Huang L,Yan L J.Valuation of cultural ecosystem services based on SolVES: a case study of the South Ecological Park in Wuyi County, Zhejiang Province.Acta Ecologica Sinica,2018,38(10):3682-3691.

基于 SolVES 模型的生态系统文化服务价值评估
——以浙江省武义县南部生态公园为例

霍思高[1],黄 璐[1,2],严力蛟[1,*]
1 浙江大学生命科学学院生态规划与景观设计研究所,杭州 310058
2 杭州电子科技大学智慧城市研究中心,杭州 310012

摘要:文化服务是一种重要的生态系统服务类型,也是连接生态系统和社会系统的重要桥梁。以浙江省武义县南部生态公园为研究对象,以规划应用为导向,以 SolVES 模型为基础,以专家调查法为补充,以价值指数(VI)评估生态系统文化服务价值,结果表明:(1)武义县南部生态公园中部及北部生态系统文化服务价值较高,东北部存在一条价值较高的生态系统文化服务带;(2)牛头山、延福寺、柳城畲族镇—十里荷花等是生态系统文化服务价值较高的热点地区;(3)受访专家认为美学、文化遗产、康养、消遣娱乐价值较为重要,教育、宗教与精神价值重要程度相对较低;(4)6 种生态系统文化服务价值均与距道路、水体距离呈负相关关系,林地对应的 VI 范围最广,农田、水域对应的 VI 相对较高。将评估结果应用于武义县南部生态公园总体规划,为其提出空间布局与环境要素改善等方面的建议。通过本研究发现,SolVES 模型与专家调查法相结合是一种适用于规划应用的文化服务价值评估方法,可为管理决策提供知识和技术支持。

关键词:生态系统服务;SolVES 模型;价值评估;武义县;生态规划

Valuation of cultural ecosystem services based on SolVES: a case study of the South Ecological Park in Wuyi County, Zhejiang Province

HUO Sigao[1], HUANG Lu[1,2], YAN Lijiao[1,*]
1 *Institute of Ecological Planning and Landscape Design, Zhejiang University, Hangzhou* 310058, *China*
2 *Smart City Research Center, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou* 310012, *China*

Abstract: As an important type of ecosystem service, cultural service is a fundamental bridge linking ecological and social systems. Driven by planning, this research adopted the SolVES model, and expert investigation as a supplement, to evaluate cultural ecosystem service value using a Value Index (VI).The model was applied to the South Ecological Park in Wuyi County, Zhejiang Province. The results showed: (1) cultural ecosystem service value was relatively high in central and northern Southern Ecological Park and in a belt in the northeastern park; (2) Ox-head Mountain, Yanfu Temple, and Lotus over Lotus in Liucheng Town were hotspots with relatively high cultural ecosystem service value; (3) the interviewed experts believed that aesthetic, historic, therapeutic, and recreational values were more important than cultural and spiritual values; (4) there was a negative correlation between cultural ecosystem service value and distance to the road/water. Woodland had the widest VI range, whereas farmland and water had higher VI values. We applied the results to the general plan of South Ecological Park and provided suggestions on the spatial arrangement and improvement of environmental elements. We found that combining the SolVES model and expert investigation results provided a reasonable valuation

基金项目:国家重点研发计划课题资助项目(2016YFC0502704);国家科技支撑计划课题资助项目(2014BAL07B02)
收稿日期:2017-04-11; **网络出版日期**:2018-02-01

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: yanlj@ zju.edu.cn

method of cultural service for planning, which could provide knowledge and technical support for effective decision making and environmental management.

Key Words: ecosystem services; SolVES; valuation; Wuyi County; ecological planning

生态系统服务是指人类从生态系统中获得的各种惠益,可以看作自然资本对人类福祉所做的贡献,包括有形的物质产品供给和无形的服务提供,分为供给服务、调节服务、文化服务和支持服务 4 种类型[1-5]。生态系统文化服务(Cultural Ecosystem Services,CES)是指人们通过精神满足、认知发展、思考、消遣和体验美感而从生态系统中获得的非物质惠益[3],是生态系统服务的重要组成部分,在社会-自然生态系统中发挥着重要作用[6-7]。

CES 虽然已经引发人们的广泛关注,但其常常在生态系统服务研究框架中缺失[8]。一方面,CES 与人的主观认知紧密相关,具有较强的主观性[9],对其进行合理的量化评估一直是 CES 研究的难点;另一方面,强调生态系统文化服务价值,可能会因为维护有价值的传统景观而成为创新和转型的障碍,致使其在规划应用中产生一定争议[10]。因此,加强 CES 从评估到决策全过程的研究,将 CES 与其他生态系统服务相结合,在更广泛的可持续性框架内更好地定义和整合 CES,将成为未来生态系统服务研究的重要课题之一[8]。对 CES 进行有效评估是 CES 研究需要解决的基础问题,过去对 CES 价值评估的研究多集中在通过旅游成本法对游憩服务进行评估[11-13],少部分研究通过条件价值评估法对美学、存在价值进行评估[14-15],这些研究忽略了 CES 的多元价值属性,使其他文化服务价值边缘化[9]。

SolVES 模型(Social Values for Ecosystem Services)是由美国地质勘探局与美国科罗拉多州立大学合作开发的用于评估生态系统服务社会价值的模型,可以对美学、教育、游憩、康养、文化遗产等文化服务进行较为全面地评估、量化、制图[16]。该模型内嵌的最大熵建模软件(Maxent),可以生成文化服务价值与解释性环境变量之间关系的鲁棒模型,并对评估结果进行完整的可视化制图。通过近几年国内外学者的研究,SolVES 模型已经成为 CES 价值评估研究的新方法[17-20]。

浙江省武义县自 2015 年起对县域空间进行进一步划分,根据其产业基础与发展前景将全县划分为三大发展空间,通过"三园"形象地概括为"北部创业乐园、中部养生庄园、南部生态公园"[21]。南部生态公园覆盖武义县南部七个乡镇,生态基底良好、历史文化悠久丰富,是研究 CES 的理想区域。本研究通过 SolVES 模型与专家调查法相结合的评估方法,对武义县南部生态公园的 CES 进行价值评估,以期为 CES 价值评估方法的探索提供经验,并为武义县南部生态公园总体规划提供理论和技术支持。

1 研究区域概况

武义县位于浙江省中部,属亚热带季风气候,四季分明,年温适中,热量丰富,雨量充沛[22]。武义县南部生态公园包括柳城畲族镇、桃溪镇、新宅镇、坦洪乡、西联乡、三港乡、大溪口乡七个乡镇,总面积约 752.44 km^2。研究区域地形以丘陵为主,土地利用类型以林地为主,森林覆盖率达 75.92%(图 1);植被类型较为丰富,主要包括常绿阔叶林、落叶阔叶林、暖性针叶林、暖性针阔叶混交林、竹林和山地灌丛;水环境方面,水源充足、河网密布,主要河流包括宣平溪与菊溪,两溪向南汇入瓯江水系;区域内保留了较多承载着丰富传统文化的自然村落,宗教文化、隐逸文化、非物质文化遗产丰富,具有较为深厚的文化底蕴,也是众多艺术创作的采风基地。如何发挥优质生态资源、挖掘传统文化价值、实现绿色可持续发展,是该区域的一项重要议题。

2 研究方法

2.1 SolVES 模型评估法

SolVES 模型包括 3 个子模块,分别是生态系统服务社会价值模块、价值制图模块和价值转换制图模

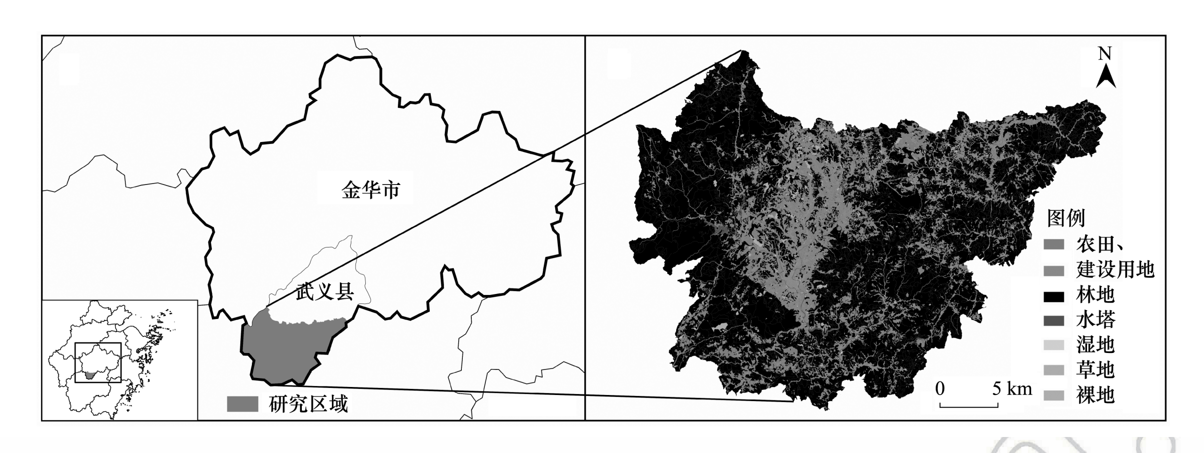


图 1 研究区域位置(a)和土地利用现状图(b)

Fig.1 Location of the study area (a), and current land use map (b)

块[16,23],前两者需基于大量问卷调查进行生态系统服务评估;后者可以将输出的统计模型转移到没有调查数据的相似地区,用以预测相似地区的生态系统服务价值。其评估结果以价值指数(Value Index,VI)表示,VI越大,对应的价值越高;每种价值类型中 VI 的最大值为该类型的最大价值指数(Value Index Maximum,M-VI),以 M-VI 确定各价值类型的重要程度[17];生成的 VI 地图,可以从空间上反映各价值类型的分布情况。

本研究主要应用 SolVES 模型的价值转换制图模块。首先利用 Sherrouse 等人[24-25]对科罗拉多州圣伊莎贝尔派克国家森林公园的调查数据,通过 SolVES 模型内嵌的最大熵建模软件(Maxent)建立统计模型,这一方面是出于数据公开、共享、可得性的原因,但更重要的是,该区域与研究区域都具有森林公园的属性,土地利用类型、坡度等环境因子大体相似,建立的统计模型可能具有更好的准确性;然后,输入相关的地理空间数据,选择建立好的统计模型,运行价值转换制图模块,对研究区域进行文化服务价值评估。建立的统计模型在研究区域的预测性能可以通过 SolVES 模型内嵌的 AUC 统计进行诊断[16-17],AUC 值越接近于 1,说明模型评估效果越好;AUC 值在 0.5—0.7 时有较低准确性,在 0.7—0.9 时有一定准确性,在 0.9 以上时有较高准确性。利用价值转换制图模块,大幅度减少了大范围问卷调查的工作量,提高了价值评估的应用效率。

通过 SolVES 模型价值转换制图模块,可以获得研究区域各类型文化服务价值整体空间分布情况。但是,由于价值转换制图模块在一定程度上忽略了新研究区与产生统计模型的研究区之间的差异,可能会产生一定误差[23],本文拟通过针对研究区域的专家调查法对研究区域的热点地区进行识别,以补充完善评估结果(图 2)。

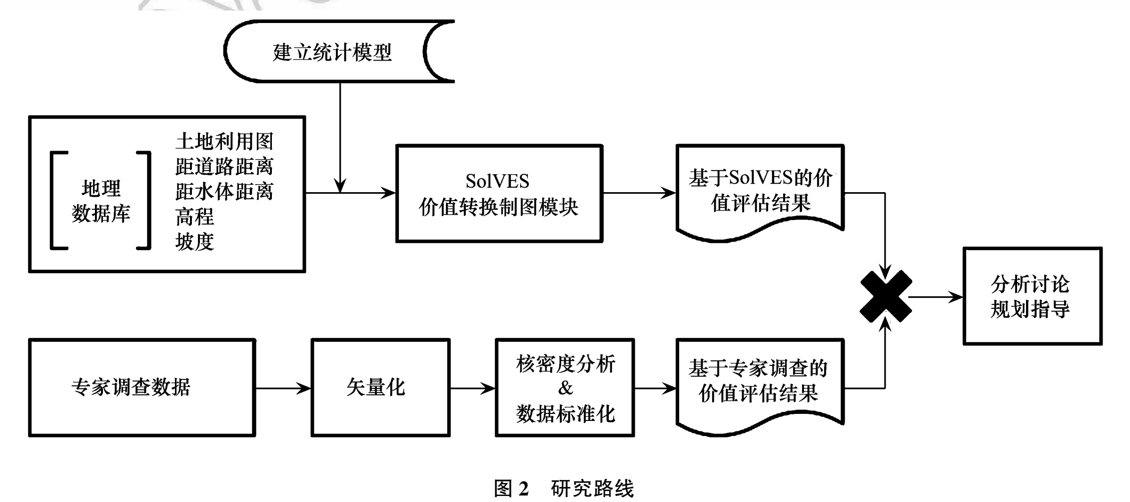


图 2 研究路线

Fig.2 Research route

2.2　专家调查法

鉴于文化服务价值产生与获取的主观性[9],难以根据观察到的直接或间接市场行为进行价值评估,本研究采用基于专家知识的支付意愿调查价值评估方法,通过问卷调查并根据受访专家的回答来确定文化服务的相关价值[3]。为保证受访者对武义县生态系统服务的质量、数量、可得性、替代物的有效性以及发生变化的可能性具有足够的了解,选择具有生态学知识背景且熟悉武义县基本情况的人作为受访者,以保障结果的可靠性。

调查问卷的核心内容包括两个部分:(1)为不同类型的生态系统文化服务进行价值分配;(2)在地图上标出反映这些文化服务价值的地点。参考 Clement 等人[26-27]对 3 个美国国家森林公园公共价值与偏好调查的问卷设计,首先,结合规划过程关注的要点,筛选确定 6 种与本研究关联性较强的文化服务价值类型(表 1),要求受访专家基于自身对研究区域及生态系统文化服务的认知将 100 元人民币投资到这 6 种文化服务价值类型中;然后,为分配了金额的每种文化服务价值类型,在地图上找到对应的代表性地点,以此获取每种文化服务价值类型的空间(位置)属性。

表 1　6 种文化服务价值类型[3,16]

Table 1　Definitions of six value types of cultural ecosystem services

价值类型 Value type	说明 Definition
美学价值 Aesthetic	从该区域的不同方面(风景、景象、声音、气味等)发现了美的享受或者美学价值
教育价值 Cultural	为正式和非正式的教育提供了基本素材,传递智慧与知识
文化遗产价值 Historic	该区域维持了重要的历史景观(自然和人文)或具有重要文化价值的物种
消遣娱乐价值 Recreation	提供户外娱乐、游憩的场所
康养价值 Therapeutic	使人在生理上、心理上感觉更好
宗教与精神价值 Spiritual	将宗教、精神意义寄托于该区域某些景观中,或者在其中感受到了对自然的尊敬、敬意

对通过上述过程获得的调查数据在 ArcGIS 操作平台进行矢量化,得到兼具价值属性与空间属性的文化服务价值点图层。然后,对该图层进行核密度分析,并对分析结果进行标准化处理,得到十分制的 VI 地图。基于所得结果,识别研究区域文化服务价值的热点地区,并作为 SolVES 模型评估结果的补充(图 2)。

2.3　数据准备

地理空间数据:主要收集研究区域相关环境数据,考虑到距离能够有效反映价值点与自然资源之间空间关系[17],土地利用类型与生态系统服务之间的紧密联系[5,28],以及其他基础地理环境因子,本研究主要收集土地利用覆被(LULC)、距道路距离(DTR)、距水体距离(DTW)、高程(ELEV)、坡度(SLOPE)五类数据,并将它们存储于一个地理数据库中,具体数据来源及说明见表 2。

表 2　地理空间数据类型

Table 2　Geospatial data types and descriptions

数据名称 Data name	数据来源及说明 Source & Description
土地利用覆被 Land use and land cover (LULC)	根据武义县人民政府提供的 2013 年武义县土地利用现状图绘制,分为农田、草地、林地、裸地、水域、湿地、建设用地 7 种土地利用类型
距道路距离 Distance to road (DTR)	距离最近道路的水平距离,利用土地利用图,在 ArcGIS 操作平台,通过欧氏距离运算所得
距水体距离 Distance to water (DTW)	距离最近水体的水平距离,利用土地利用图,在 ArcGIS 操作平台,通过欧氏距离运算所得
高程 Elevation (ELEV)	从地理数据空间云(http://www.gscloud.cn/)下载的研究区域数字高程模型(DEM)
坡度 Slope (SLOPE)	利用下载、处理的 DEM,在 ArcGIS 操作平台运算所得

调查数据:依据专家调查法获得的专家反馈结果及空间处理数据。

3 结果与分析

3.1 SolVES 模型评估结果

3.1.1 各价值类型与环境要素的关系

各价值类型与 DTR、DTW、LULC 之间的关系如图 3 所示。6 种文化服务价值类型与 DTR、DTW 均呈负相关关系,距离道路、水体越近,价值越高。其中,各文化服务价值类型与 DTR 的回归拟合效果要优于与 DTW 的拟合效果,说明可以通过文化服务价值与 DTR 的负相关性,更好地预测道路交通对文化服务价值的影响;在 6 种文化服务价值类型中,文化遗产价值与 DTW 的回归拟合效果不佳,在多处距离水体较远的位置,也出现了较高的 VI,说明某些距离水体较远的陆地生态系统,亦具有较高的文化遗产价值,可以推测水生态系统不是高文化遗产价值必须的环境要素;宗教与精神价值在距离道路 100 m 的范围内,与 DTR 呈正相关,在 100 m之外呈负相关,这说明宗教与精神价值的实现需要便捷的交通条件,但也要与道路保持一定距离,保障其环境的隐秘性。

在 6 种文化服务价值类型与 LULC 的关系中,林地对应的 VI 范围最广,这可能与林地面积最大、分布范围最广有关;在每种文化服务价值类型中,农田、水域两种土地利用类型所对应 VI 都处于较高的水平,说明农田、水域具有较高的文化服务价值。

3.1.2 各价值类型的空间分布状况

从 SolVES 模型生成的 VI 地图可以看出(图 4),6 种文化服务价值类型的空间分布状况大体一致。总体上看,研究区域中部及北部文化服务价值较高,该区域交通便捷,省道上松线穿境而过;水系丰富,宣平溪及其支流水网交织;坡度较小,海拔较低,地势相对平坦;土地利用类型多元,同时保留有大量传统村落、自然村落,在以上多因素的综合作用下形成了此高文化服务价值区域;在研究区域的东北部,沿武丽线交通干道和菊溪水系,出现一段文化服务价值较高的条带状区域,但该条带区域辐射范围较窄,周边文化服务价值较低。

3.2 专家调查法评估结果

3.2.1 各价值类型重要性排序

本次调查共发出问卷 15 份,回收问卷 11 份,回收率为 73.33%,并与返回问卷的专家进行补充交流,保证受访专家对问卷内容理解正确,问卷完成度较高。根据对专家调查结果的空间统计分析,美学、教育、文化遗产、消遣娱乐、康养和宗教与精神 6 种文化服务价值类型的 M—VI 分别为 10、3、8、5、7、2,由此可以推断,研究区域 6 种文化服务价值类型的重要性排序为:美学价值>文化遗产价值>康养价值>消遣娱乐价值>教育价值>宗教与精神价值。

3.2.2 文化服务价值热点地区

由基于专家调查结果所得 VI 地图(图 5)可知,美学价值较高的地区集中在牛头山、延福寺、大莱、十里荷花周围;教育价值较高的地区集中在延福寺、牛头山周围;文化遗产价值较高的地区集中在延福寺、柳城畲族镇、山下鲍周围;消遣娱乐价值较高的地区集中在牛头山、延福寺、十里荷花周围;康养价值较高的地区集中在牛头山、大莱周围;宗教与精神价值较高的地区集中在牛头山、延福寺周围。综合上述结果可以推断,牛头山、延福寺、柳城畲族镇—十里荷花是从研究区域特定的自然生态、社会文化背景出发,文化服务价值较高的热点地区;大莱、山下鲍次之。

3.3 评估结果与武义县南部生态公园总体规划

3.3.1 空间布局

从上述结果分析中可以发现,武义县南部生态公园中部及北部文化服务价值较高,东北部仅存在一段文化服务价值较高的条带,周边缺乏高文化服务价值点的带动,未形成高价值片区;牛头山、延福寺、柳城畲族镇—十里荷花、大莱等地区文化服务价值相对较高。

基于以上现状,从生态系统文化服务角度出发,为武义县南部生态公园提出"面上保护、双线并行、重点

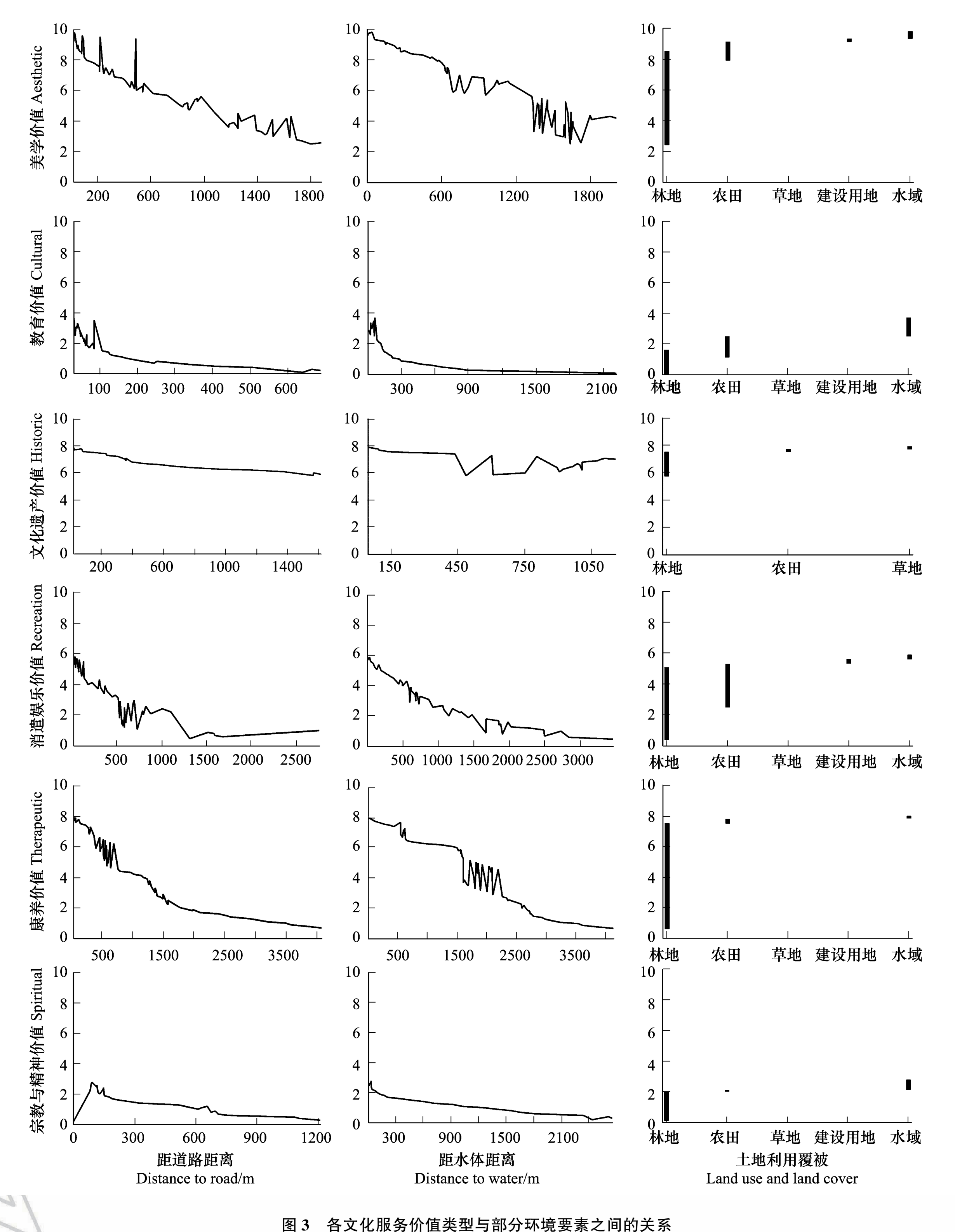


图 3　各文化服务价值类型与部分环境要素之间的关系

Fig.3　The relationship between six cultural services value types and some environmental elements

开发”的空间布局战略:“面上保护”,即从生态公园整体层面实施对生态基底、文化遗产的综合保护;“双线并行”,即围绕上松线-宣平溪、武丽线-菊溪两条轴线进行沿线发展,上松线-宣平溪以发掘、转化文化服务价值为主线,武丽线-菊溪以恢复、提升文化服务价值为主线;“重点开发”,即以牛头山、延福寺、柳城畲族镇-十里荷花、大莱等地区为关键节点,牛头山、十里荷花、大莱以观光游憩为主,延福寺、柳城畲族镇以宗教、文化体验

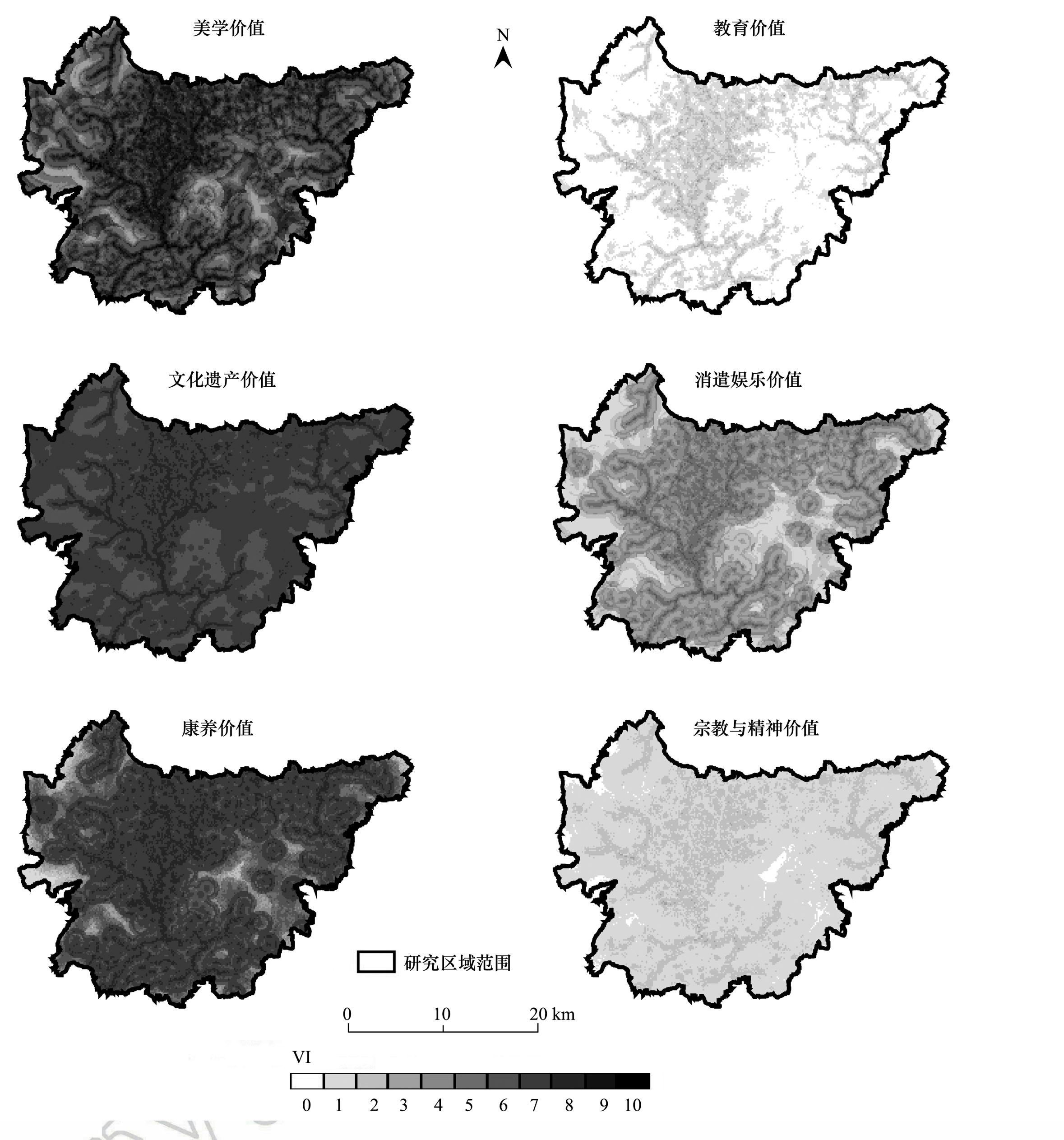


图 4 SolVES 模型得出的 6 种文化服务价值类型评估结果

Fig.4 The valuation results of six cultural services value types obtained by SolVES

为主,优先投资开发,重点建设打造,以期形成中心辐射,带动周边文化服务价值相对较低的地点组团发展。

3.3.2 环境要素改善

道路:鉴于 DTR 与文化服务价值之间的负相关关系,提高交通便捷度有利于更好地提升文化服务价值;通过道路的串联可能是提升相邻低文化服务价值点的方法之一。同时,也要注意道路建设的生态性,减少其对生态基底的破坏。

水域:对于距离水体较近的区域,水环境质量直接影响人的主观感受,因此成为该区域文化服务价值的重要影响因素之一,提升与改善水环境是提高其文化服务价值的一种方法。

传统村落、自然村落:保留良好原始风貌的传统村落、自然村落是反映文化服务价值的重要载体之一,一方面,要注意保护其农田、水域、山林的景观格局,以维持不同土地利用类型带来的文化服务价值;另一方面,要保护当地非物质文化遗产,以及具有重要文化意义的历史景观和物种。

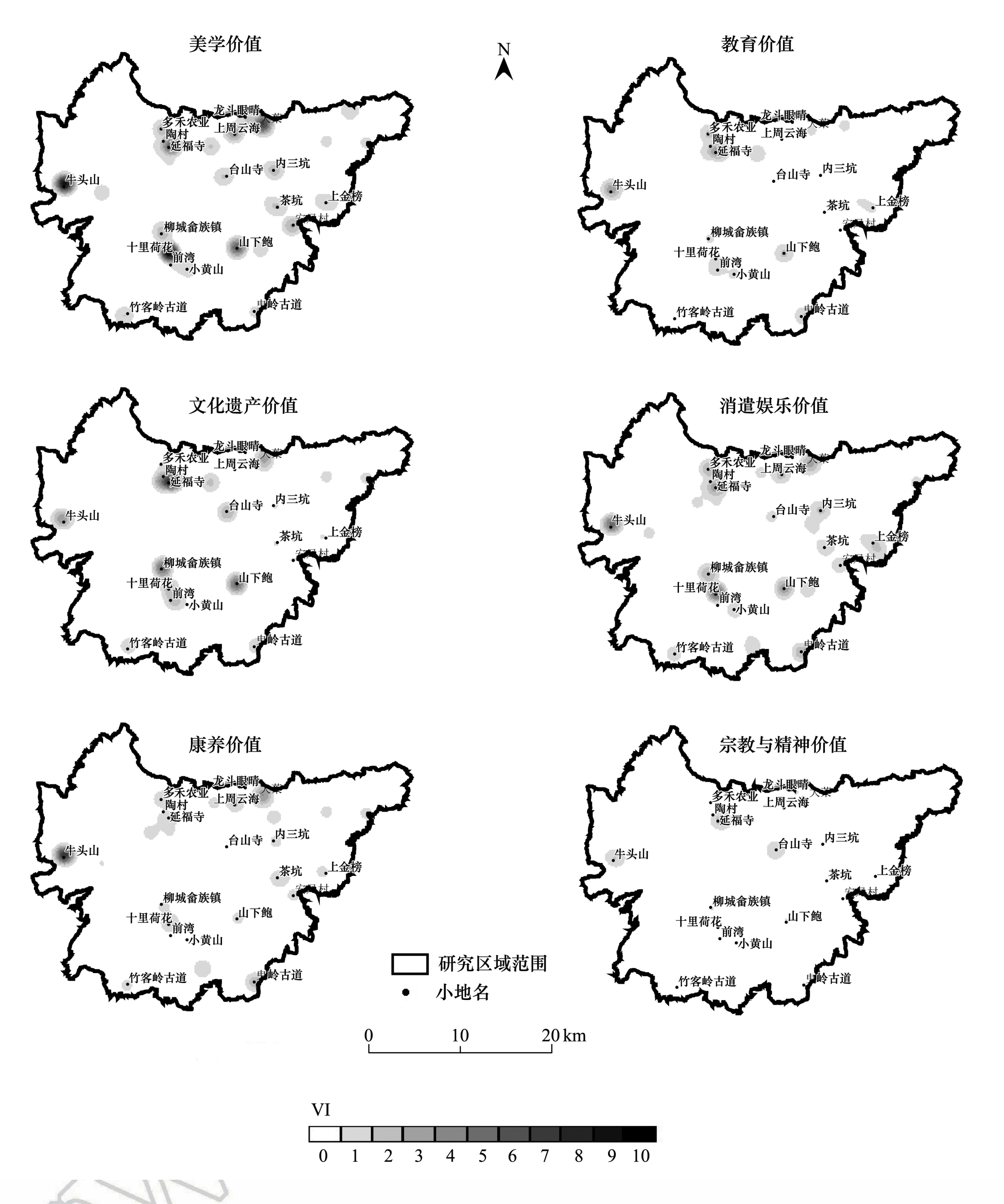


图 5　专家调查法得出的 6 种文化服务价值类型评估结果

Fig.5　The valuation results of six cultural services value types obtained by expert investigation

4　讨论

4.1　评估结果的准确性

通过 SolVES 模型价值转换制图模块进行评估,本质上是利用建立好的统计模型对研究区域生态系统文化服务价值进行预测的过程,结果的准确性一定程度上取决于所建立统计模型的性能,根据 SolVES 模型内嵌的 AUC 统计结果,为每种文化服务价值类型建立的统计模型,其 AUC 值均位于 0.7—0.9 之间,说明从统计上看模型具有较好的性能;此外,本研究所得的生态系统文化服务价值与部分环境因素之间的关系,与王玉等人[17]的研究结果相一致,间接说明应用该统计模型进行价值评估具有一定可靠性。

支付意愿调查价值评估法是根据受访者对一些问题的回答结果推测有关服务的价值[3],其结果的准确性很大程度上取决于问题引导的合理性与受访者回答的准确性。首先,本研究的问卷设计,修改自 Clement

等人[26-27]的调查研究,已经过大量样本的实践,问题设置的合理性具有一定保障。其次,本研究调查对象的选取,参考谢高地等人[29]利用38位专家调查的结果对青藏高原生态系统服务价值进行评估的研究,调查对象限定在具有生态学背景且熟悉武义县基本情况的范围内;相较于谢高地的研究,本文研究区域的尺度较小、复杂性较低,且专家调查法仅作为在通过数据模型获得价值评估结果基础上的优化方法,综合考虑规划实践的便捷性要求、受访人群知识背景的双重要求以及专家问卷反馈有效性强等因素,理论上可以基于11位专家的反馈结果进行价值评估研究。最后,通过本研究所识别的热点区域,与2015年武义县委、县政府面向全县发起的寻找"武义最美"活动的评选结果[30]相吻合,说明本研究中专家调查法的评估结果具有一定代表性。

4.2 评估方法在规划应用中的优势

本研究较之以往文化服务价值评估所采用的方法[11-15,17],一方面,通过专家调查法对SolVES模型价值转换制图模块的评估结果进行补充,保留了其适用范围广、快速便捷的优点,并在一定程度上弥补了其忽略研究区域特性的不足,满足了规划过程科学、高效、便捷的实践要求;另一方面,以VI地图的形式对评估结果进行表达,直观地展示了文化服务价值在空间上的整体分布情况及高文化服务价值地区的空间位置,满足了规划中空间布局、空间统筹的需求;此外,本研究对美学、教育、文化遗产、消遣娱乐、康养和宗教与精神6种文化服务价值类型进行了评估,摆脱了以往仅关注消遣娱乐单一价值类型,其他文化服务价值类型边缘化的研究现状[9]。

5 结论

本文以专家调查法补充SolVES模型评估结果,对武义县南部生态公园的6种生态系统文化服务价值进行研究。结果表明:武义县南部生态公园中部及北部生态系统文化服务价值较高,东北部存在一条价值较高的生态系统文化服务带,牛头山、延福寺、柳城畲族镇-十里荷花等地是生态系统文化服务价值较高的热点地区,大莱、山下鲍次之;受访专家认为美学、文化遗产、康养、消遣娱乐价值重要程度较高,教育、宗教与精神价值重要程度相对较低;生态系统文化服务价值与距道路、水体距离呈负相关关系,林地对应的价值指数范围最广,农田、水域对应的价值指数相对较高。

在分析所得的现状基础上,为武义县南部生态公园提出"面上保护、双线并行、重点开发"的空间布局战略,在全域保护的前提下,以上松线-宣平溪、武丽线-菊溪为轴,以牛头山、延福寺、柳城畲族镇-十里荷花、大莱为点,以改善道路、水系、传统村落、自然村落等环境要素为途径,实现生态系统文化服务价值的提升与转化。综合本研究可以发现,通过专家调查法对SolVES模型评估结果进行补充,可以科学、便捷地获得规划所需的生态系统文化服务知识,为管理决策提供必要的理论与技术支持。未来结合生态系统服务和规划技术集成等方面的研究,可以为更多相似环境区域的生态系统文化服务价值评估和规划应用提供有益参考。

致谢:感谢浙江工商大学、武义县人民政府和武义县"三园"绿色产业可持续发展模式研究项目组对问卷调查给予的帮助。

参考文献(References):

[1] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.
[2] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington, DC: Island Press, 1997: 1-10.
[3] 千年生态系统评估委员会. 生态系统与人类福祉: 评估框架. 张永民, 译. 北京: 中国环境科学出版社, 2007: 56-60.
[4] Costanza R, Kubiszewski I, Ervin D, Bluffstone R, Boyd J, Brown D, Chang H, Dujon V, Granek E, Polasky S, Shandas V, Yeakley A. Valuing ecological systems and services. F1000 Biology Reports, 2011, 3: 14.
[5] 傅伯杰, 张立伟. 土地利用变化与生态系统服务——概念、方法与进展. 地理科学进展, 2014, 33(4): 441-446.
[6] de Groot R S, Alkemade R, Braat L, Hein L, Willemen L. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. Ecological Complexity, 2010, 7(3): 260-272.

[7] Fu B J, Wang S, Su C H, Forsius M. Linking ecosystem processes and ecosystem services. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2013, 5(1): 4-10.

[8] Daniel T C, Muhar A, Arnberger A, Aznar O, Boyd J W, Chan K M A, Costanza R, Elmqvist T, Flint C G, Gobster P H, Grêt-Regamey A, Lave R, Muhar S, Penker M, Ribe R G, Schauppenlehner T, Sikor T, Soloviy I, Spierenburg M, Taczanowska K, Tam J, von der Dunk A. Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2012, 109(23): 8812-8819.

[9] 董连耕, 朱文博, 高阳, 李双成. 生态系统文化服务研究进展. 北京大学学报: 自然科学版, 2014, 50(6): 1155-1162.

[10] Plieninger T, Bieling C, Fagerholm N, Byg A, Hartel T, Hurley P, López-Santiago C A, Nagabhatla N, Oteros-Rozas E, Raymond C M, van der Horst D, Huntsinger L. The role of cultural ecosystem services in landscape management and planning. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2015, 14(3): 28-33.

[11] 王海春. 内蒙古达里诺尔国家级自然保护区游憩文化服务功能价值评估[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2005.

[12] 蔡银莺, 张安录. 武汉市石榴红农场休闲景观的游憩价值和存在价值估算. 生态学报, 2008, 28(3): 1201-1209.

[13] 赵玲, 王尔大, 苗翠翠. ITCM 在我国游憩价值评估中的应用及改进. 旅游学刊, 2009, 24(3): 63-69.

[14] 荣金凤. 欠发达地区生态系统娱乐文化价值评估研究[D]. 南昌: 江西师范大学, 2006.

[15] 李晟, 郭宗香, 杨怀宇, 杨正勇. 养殖池塘生态系统文化服务价值的评估. 应用生态学报, 2009, 20(12): 3075-3083.

[16] Sherrouse B C, Semmens D J. Social Values for Ecosystem Services, Version 3.0 (SolVES 3.0)—Documentation and User Manual. Reston, VA: U.S. Geological Survey, 2015.

[17] 王玉, 傅碧天, 吕永鹏, 杨凯, 车越. 基于 SolVES 模型的生态系统服务社会价值评估——以吴淞炮台湾湿地森林公园为例. 应用生态学报, 2016, 27(6): 1767-1774.

[18] van Riper C J, Kyle G T, Sutton S G, Barnes M, Sherrouse B C. Mapping outdoor recreationists' perceived social values for ecosystem services at Hinchinbrook Island National Park, Australia. Applied Geography, 2012, 35(1/2): 164-173.

[19] Brown G, Brabyn L. The extrapolation of social landscape values to a national level in New Zealand using landscape character classification. Applied Geography, 2012, 35(1/2): 84-94.

[20] Lin Y P, Lin W C, Li H Y, Wang Y C, Hsu C C, Lien W Y, Anthony J, Petway J R. Integrating social values and ecosystem services in systematic conservation planning: a case study in Datuan watershed. Sustainability, 2017, 9(5): 718.

[21] 严力蛟, 黄璐. 绿色产业发展模式研究——浙江省武义县"三园"之路. 北京: 新华出版社, 2016: 3-7.

[22] 武义县地方志编纂委员会. 武义县志. 北京: 方志出版社, 2010: 107-140.

[23] 黄从红, 杨军, 张文娟. 生态系统服务功能评估模型研究进展. 生态学杂志, 2013, 32(12): 3360-3367.

[24] Sherrouse B C, Clement J M, Semmens D J. A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services. Applied Geography, 2011, 31(2): 748-760.

[25] Sherrouse B C, Semmens D J, Clement J M. An application of Social Values for Ecosystem Services (SolVES) to three national forests in Colorado and Wyoming. Ecological Indicators, 2014, 36: 68-79.

[26] Clement J M. Spatially Explicit Values on the Pike and San Isabel National Forests in Colorado[D]. Fort Collins, CO: Colorado State University, 2006.

[27] Clement J M, Cheng A S. Using analyses of public value orientations, attitudes and preferences to inform national forest planning in Colorado and Wyoming. Applied Geography, 2011, 31(2): 393-400.

[28] 王军, 顿耀龙. 土地利用变化对生态系统服务的影响研究综述. 长江流域资源与环境, 2015, 24(5): 798-808.

[29] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.

[30] 倪寒霞. "武义最美"在哪儿. (2015-08-27) [2017-04-03]. http://www.jhnews.com.cn/2015/0827/538107.shtml.